



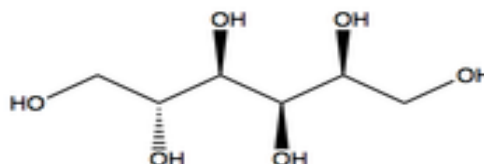
## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang. Untuk menjaga keberlanjutan pertumbuhan ekonomi, diperlukan sektor industri yang kuat. Untuk itu Indonesia perlu memperkuat sektor industrinya. Sumber daya alam Indonesia yang sangat melimpah perlu dimanfaatkan untuk pembangunan negeri yang berkelanjutan. Untuk mewujudkan nawacita dan kemandirian bangsa, pemerintah mulai membangun industri nasional. Industri nasional dirancang untuk mampu memenuhi kebutuhan masyarakat dalam negeri maupun luar negeri secara berkelanjutan yang mampu beradaptasi dengan kebutuhan zaman. Sehingga industri kimia yang merupakan salah satu sektor industri yang sedang dikembangkan di Indonesia dan diharapkan juga dapat memberikan kontribusi yang besar bagi kemandirian bangsa dan pendapatan Negara. Kebutuhan bahan kimia Indonesia masih banyak impor, salah satunya sorbitol.

Sorbitol merupakan nama pasar untuk *D-glucitol* dan mempunyai nama lain *D-glisitol*, *D-sorbitol*, *D-glukoheksana*, 1-2-3-3-4-5-6 *hexaol*. Sorbitol termasuk ke dalam kelompok *heksional* dengan rumus molekul  $C_6H_{14}O_6$  atau  $C_6H_8(OH)_6$ .



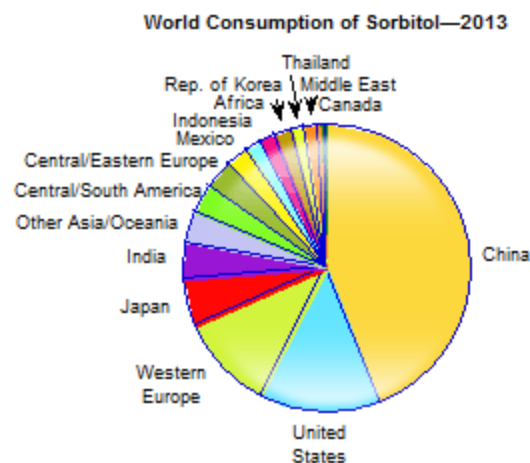
Gambar 1. Struktur Kimia Sorbitol



Pada tahun 2013 China menduduki peringkat pertama sebagai konsumen terbesar sorbitol dunia yakni sebesar 43% dari produksi sorbitol dunia. Baru diikuti oleh Amerika serikat sebanyak 20% sedangkan untuk Indonesia sendiri kebutuhannya hanya 9 % dari produksi dunia.

Namun dalam perkembangan dari tahun ke tahun kebutuhan akan sorbitol terus meningkat, yakni dapat dilihat dari rentang waktu 2010-2013, pertumbuhan produksi sorbitol di China meningkat sebesar 3% pertahun sedangkan di Amerika sebesar 2-3%. Sorbitol banyak digunakan di sektor industri makan dan permen serta banyak pula digunakan dalam industri kosmetik dan pasta gigi. Sedangkan untuk wilayah Eropa diperkirakan antara rentang waktu 2013-2018 pertumbuhan kebutuhan sorbitol terus meningkat berkisar 1,5% dan kebutuhan dunia meningkat sebesar 3%.

Berikut data konsumsi sorbitol dunia pada tahun 2013:



**Gambar 2. Konsumsi Sorbitol Dunia Tahun 2013**

Dengan kebutuhan yang besar akan sorbitol, didunia sudah ada beberapa pabrik yang memproduksi sorbitol dengan skala besar salah satunya adalah Roquette freres dari Perancis yang didirikan pada tahun 1975. Roquette freres merupakan produsen utama sorbitol dunia dengan kapasitas produksi 400.000



*Prarancangan Pabrik Sorbitol dari Glukosa dengan Proses Hidrogenasi Katalitik*  
*Kapasitas 65.000 Ton/Tahun*

---

ton/tahun. Selain Roquette freres masih ada beberapa pabrik dari berbagai Negara yang memproduksi sorbitol. Berikut daftar beberapa pabrik sorbitol dunia beserta kapasitasnya dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Pabrik Sorbitol di Dunia**

No	Nama perusahaan	Lokasi	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
1	Roquette Freres	Perancis	400.000
2	Global Sweeteners	Cina	100.000
3	Gulshan Polyols Ltd.	India	30.000
4	Terio Corporation	Cina	10.000
5	Ici Americas	Amerika Serikat	10.000

(UN Data 2012)

Di Indonesia PT Sorini merupakan pabrik sorbitol yang pertama kali didirikan pada tahun 1983 serta mulai beroperasi tahun 1987. Peningkatan kapasitas produksi dilakukan PT sorini pada tahun 2001 yang awalnya berkapasitas 70.000 ton pertahun menjadi 83.000 ton pertahun. Di Indonesia selain PT Sorini masih ada dua perusahaan lain yang memproduksi sorbitol. Namun untuk pasar dalam negeri PT Sorini masih menguasai pasar sebesar 87,3%.

Produsen sorbitol kedua PT Sama Satria Pasifik (PT SSP) yang terletak di Sidoarjo, Jawa Timur. Perusahaan pertama kali mengajukan pendirian pabrik tepung tapioka pada tahun 1989 namun karena industri tepung tapioka merupakan industri yang banyak menimbulkan pencemaran, maka pada tahun 1990 perusahaan mengajukan perubahan jenis produksinya menjadi sorbitol dengan kapasitas 6.700 ton/tahun. Sebagian besar produksi sorbitol dari PT Sama Satria Pasifik di ekspor ke China dan Filipina. Kemudian produsen sorbitol ketiga yang ada di dalam negeri yaitu PT Budi Raya yang berlokasi di Lampung dan telah melakukan produksi secara komersial sejak pertengahan tahun 1993.



Kebutuhan akan sorbitol dunia dari tahun ke tahun meningkat begitu pun kebutuhan dalam negeri yang meningkat.

Kebutuhan pasar akan sorbitol terus meningkat dari tahun ke tahun sehingga perlu adanya penambahan kapasitas produksi sorbitol untuk mengimbangi seiring dengan banyaknya permintaan pasar dalam negeri maupun pasar luar negeri. Pabrik sorbitol dengan proses hidrogenasi katalitik berbahan baku glukosa dan gas hidrogen.

## 1.2 Penetapan Kapasitas Rancangan

Salah satu faktor penting dalam pendirian pabrik adalah kapasitas pabrik. Kapasitas pabrik yang akan dirancang harus lebih besar dari kapasitas minimum atau paling tidak sama dengan kapasitas terkecil suatu pabrik yang sudah berjalan. Selain itu kapasitas yang akan dirancang harus diatas permintaan pasar untuk mengantisipasi peningkatan jumlah permintaan pasar dan juga kebutuhan ekspor.

### 1. Kapasitas pabrik yang telah beroperasi

Berikut adalah nama-nama pabrik sorbitol yang telah beroperasi di Indonesia beserta kapasitasnya dapat dilihat pada Tabel. 2:

**Tabel 2. Produsen Sorbitol Di Indonesia dan Kapasitasnya**

NO	Nama Perusahaan	Lokasi	Kapasitas Produksi (Ton/Tahun)
1	PT Sorini Agro Asia	Pasuruan	87.000
2	PT Sama Satria Pasifik	Sidoarjo	6.700
3	PT Budi Kimia Raya	Lampung	6.000
<b>Total kapasitas</b>			<b>99.700</b>

(PT Data Consult. Inc, 2002)

### 2. Nilai Ekspor dan Impor

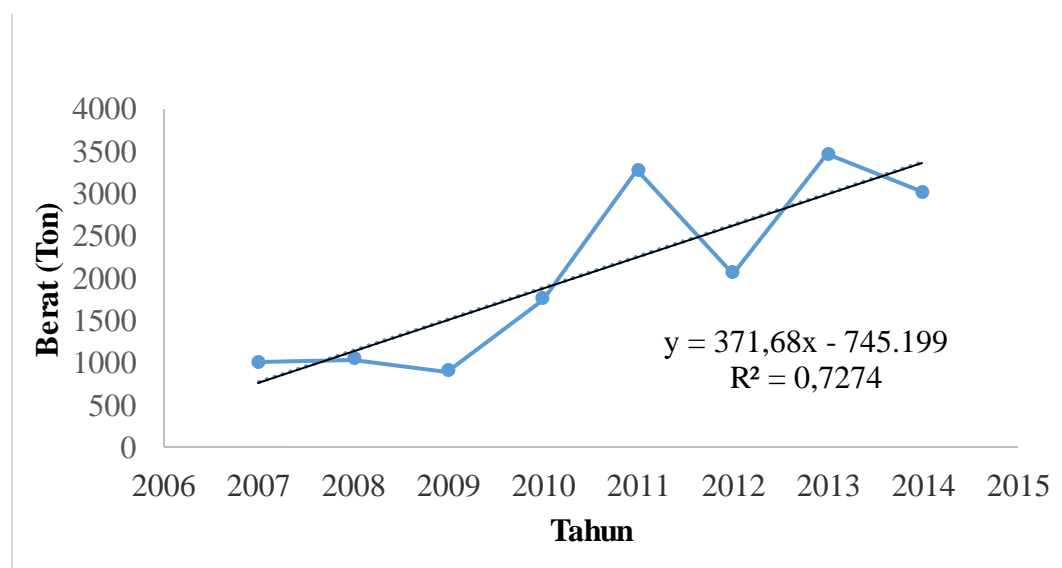
Berdasarkan data ekspor dan impor yang di dapat dari Biro Pusat Statistik Indonesia, kebutuhan sorbitol di Indonesia tahun 2007-2014 dapat dilihat pada Tabel 3. berikut :



**Tabel 3. Data Kapasitas Impor Dan Ekspor Indonesia**

No	Tahun	Kapasitas Impor (Ton)	Kapasitas Ekspor (Ton)
1	2007	1.002,805	120.439,236
2	2008	1.037,170	112.459,706
3	2009	900,597	100.188,484
4	2010	1.750,065	84.181,728
5	2011	3.277,815	89.065,496
6	2012	2.054,980	82.899,200
7	2013	3.466,476	72.574,985
8	2014	3.014,757	83.548,977

Berdasarkan Tabel 3. mengenai data Impor dan Ekspor dapat di buat persamaan *least square*, sebagai berikut :



**Gambar 3. Impor Sorbitol di Indonesia**

Dari grafik diatas diperoleh garis lurus dengan persamaan :

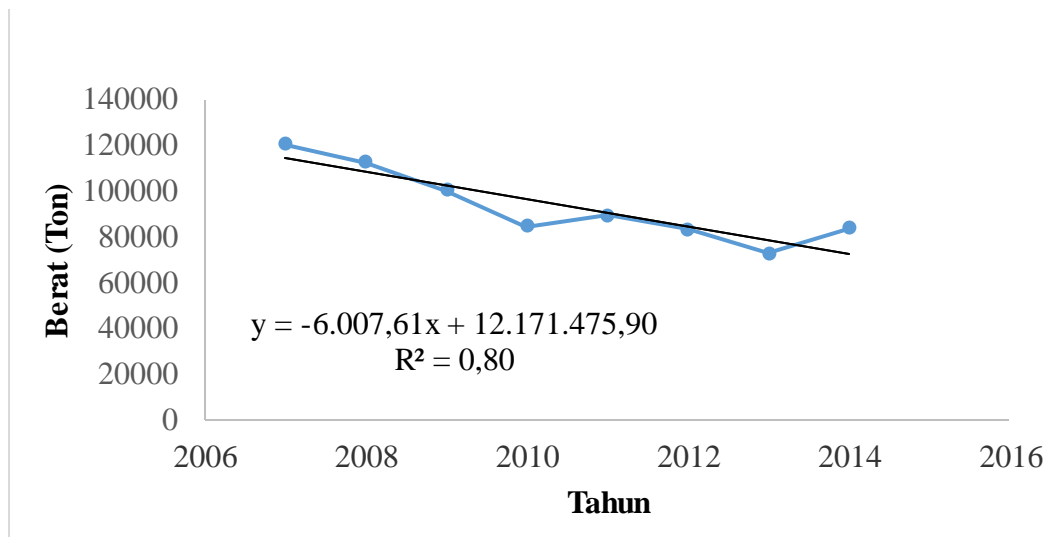
$$y = 371,68 x - 745.199 \dots\dots\dots (1)$$



dimana  $y$  = banyaknya (Ton) prediksi Impor sorbitol dalam waktu tertentu (Tahun)

$x$  = Tahun prediksi Impor sorbitol

kemudian dari data ekspor sorbitol dapat dijadikan grafik untuk mengetahui persamaan yang terbentuk. Berikut grafik ekspor sorbitol Indonesia dari tahun 2007 – 2014 :



**Gambar 4. Perkembangan Ekspor Sorbitol Indonesia**

Dari grafik diatas di dapatkan persamaan

$$y = -6.007,61x + 12.171.475,90 \dots \dots \dots (2)$$

dimana  $y$  = besarnya ekspor untuk tahun tertentu

$x$  = tahun

pabrik ini direncanakan berdiri tahun 2019 untuk mengetahui kebutuhan konsumen maka dapat diketahui dengan rumus :

kebutuhan konsumen = (Impor + Ekspor) – Kapasitas produksi yang sudah ada  
untuk tahun 2019

$$\text{Impor} = y = 371,68(2019) - 745.199$$

$$y = 5.222,92$$

Ekpor 2019

$$y = -6.007,61(2019) + 12.171.475,90$$



$$y = 42.111,31$$

Dari perhitungan diatas ditetapkan kapasitas rancangan pabrik sebesar 65.000 ton/tahun. Penetapan kapasitas ini berdasarkan pertimbangan:

1. Kapasitas pabrik masih berada di atas kapasitas minimal pabrik sorbitol yang telah beroperasi
2. Kapasitas tersebut dapat memenuhi kebutuhan sorbitol dalam negeri maupun kebutuhan luar negeri dengan tren permintaan pasar kian tahun meningkat.
3. Data ekspor dari Biro Pusat Statistik menurun (2007-2014) hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan sorbitol dalam negeri kian meningkat.
4. Data Impor dari Biro Pusat Statistik Indonesia (2007-2014) menunjukkan kenaikan yang berarti kebutuhan sorbitol dalam negeri tiap tahun meningkat

### **1.3 Lokasi Pabrik**

Pemilihan lokasi pembangunan pabrik yang tepat akan mempengaruhi keberhasilan suatu pabrik tersebut. Oleh sebab itu sangat penting untuk memilih lokasi pendirian pabrik dalam perencanaannya. Lokasi pabrik yang tepat, ekonomis dan menguntungkan akan menentukan harga jual produk yang akan memberikan keuntungan dalam jangka waktu yang lama. Bila keuntungan pabrik berlangsung terus menerus maka akan ada perluasan pabrik untuk memperbesar kapasitas produksi. Lokasi pabrik sorbitol ini ditetapkan berada di kawasan industri Kendal. Faktor-faktor pemilihan lokasi industri sebagai berikut:

#### **1. Penyedia bahan baku**

Bahan baku sorbitol merupakan glukosa dan hidrogen, untuk menekan biaya dan resiko maka pabrik harus didirikan dekat dengan pabrik penyedia bahan baku. Pabrik penyedia glukosa yaitu PT Sumber Manis Harapan jaya di Pati dan pabrik penyedia hidrogen adalah PT Samator gas di Kaliwungu, Kendal.

#### **2. Pemasaran produk**

Kawasan industri Kendal berada dekat jalur pantura yang merupakan jalur penghubung antar propinsi, sehingga produk sorbitol mudah didistribusikan selain lokasi juga dekat dengan kawasan industri makanan dan minuman yang



*Prarancangan Pabrik Sorbitol dari Glukosa dengan Proses Hidrogenasi Katalitik*  
*Kapasitas 65.000 Ton/Tahun*

---

bahan bakunya banyak menggunakan pemanis sorbitol. Sedangkan untuk kebutuhan ekspor dapat menggunakan pelabuhan bongkar muat di pelabuhan Tanjung Mas ,Semarang.

3. Ketersediaan tenaga kerja

Wilayah Kendal dekat dengan pusat-pusat pendidikan sehingga tenaga kerja yang dibutuhkan mudah di dapatkan

4. Ketersediaan energi

Lokasi pabrik dekat dengan kawasan industri dan juga dekat dengan PLTU sehingga kebutuhan listrik dan bahan baku mudah terpenuhi

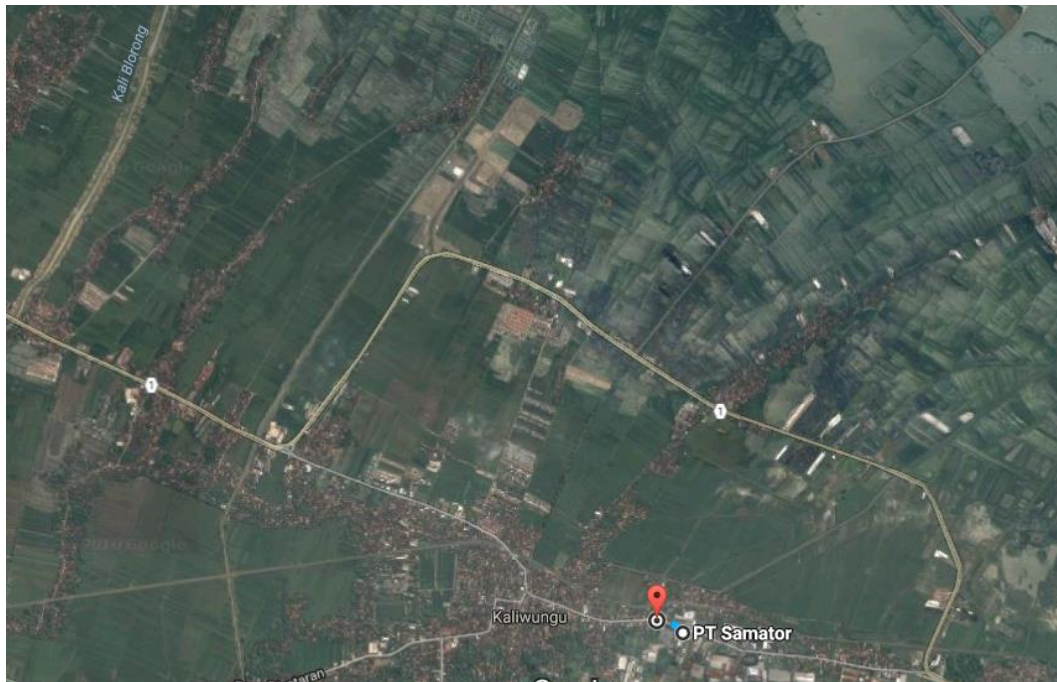
5. Penyediaan sarana transportasi

Transportasi darat dapat digunakan untuk kebutuhan sarana pengangkutan produk. Karena letak pabrik dekat jalan utama Propinsi maka akan memudahkan dalam proses transportasi.

6. Penyediaan Air

Air merupakan hal pokok yang harus tersedia dalam proses produksi pabrik. Dalam pabrik sorbitol ini penyediaan air didapat dari air sungai kali blorong yang terletak di Kendal.





**Gambar 5. Peta Kawasan Industri Kendal**

## **1.4 Tinjauan Pustaka**

### **1.4.1 Macam-macam proses pembuatan sorbitol**

Pembuatan sorbitol dapat dilakukan dengan berbagai jenis bahan baku dan dengan kondisi operasi serta konversi yang berbeda di setiap masing-masing proses. Pertama kali pembuatan sorbitol dilakukan pada tahun 1908 dengan cara mereduksi gula dengan *Natrium amalgamat* dan dielektrolisa. Pada tahun 1944 dikembangkan proses pembuatan sorbitol dari bahan glukosa dan gas hidrogen dengan bantuan katalis nikel. Tahun 2002 mulai dikembangkan proses pembuatan sorbitol dengan menggunakan enzim GFOR dan mikroba *Zymomonas mobilis* dengan bahan baku glukosa dan fruktosa.

Proses pembuatan sorbitol untuk keperluan komersial dikenal ada tiga macam cara, berikut cara pembuatannya :

#### **1. Proses reduksi elektrolitik**

Reduksi glukosa menggunakan katoda membentuk senyawa sorbitol yang memiliki banyak kegunaan dalam industri makanan, farmasi dan masih banyak



lainnya. Penggunaan katoda dan anoda yang berbeda akan memberikan hasil yang berbeda untuk produk sorbitol yang terbentuk. Smirnova dan kavachenko membagi bahan katoda menjadi tiga kategori, pertama adalah logam dengan tegangan tinggi yaitu (Pb, Hg, Zn-Hg, Pb-Cu, Sn-Hg, Sn, Di, Te, Ga, Bi). Kategori kedua Cu, Ag, Ge, C, Tl, Cu-Sn dan Ce-Pb. Kategori ketiga Pt, Ni, Al dan Co. untuk efisiensi kategori logam pertama sebesar 40-70%, untuk logam kedua sebesar 15-35% dan 3-7% untuk kategori logam ketiga (Kassim dan Rice, 1981).

## 2. Proses hidrogenasi katalitik

Pembuatan sorbitol dengan proses ini dengan cara mereaksikan glukosa dengan hidrogen Di dalam reaktor hidrogenasi dengan bantuan katalis *Raney Nickel* untuk mempercepat reaksi. Tekanan dalam proses hidrogenasi katalitik sebesar 500-2000 psig, suhu pada *range* 130-180°C. Laju feed dalam *range* 0.5-3.5 Vf/Hr/Vc (*volume feed* per jam per *volume* katalis). Dari reaktor hidrogenasi sudah diperoleh sorbitol namun masih terdapat zat-zat pengotor air, maltosa, dekstrin dan sisa hidrogen yang tidak bereaksi. Untuk itu, perlu dilakukan pemurnian dan pemekatan. Pemurnian dilakukan dengan *Separator Flush Drum*. Setelah dipisahkan, sorbitol murni dipekatkan untuk mengurangi kandungan airnya dengan evaporator (Chao *et al*, 1982).

## 3. Proses bioteknologi (enzimatik dan bakteri)

Penggunaan bakteri *zymomonas mobilis* ATCC29191 untuk menghasilkan sorbitol dari fruktosa merupakan salah satu cara alternatif yang dapat dipilih untuk menghasilkan sorbitol. Proses pembentukan sorbitol dengan fermentasi dimana bakteri *Zimomonas mobilis* akan mereduksi glukosa menjadi asam glukonat dan fruktosa menjadi sorbitol sesuai dengan siklus *Entner-Doudoroff*. Enzim berfungsi untuk mempertahankan kinerja dari bakteri *zymomonas mobilis* pada saat fermentasi agar tidak menghasilkan produk utamanya yaitu etanol. Sorbitol dan asam glukonat merupakan hasil samping dari bakteri *zymomonas mobilis* (Vignoli *et al*, 2006).



**Tabel 4. Perbandingan Proses Reduksi Elektrolitik, Hidrogenasi Katalitik Dan Proses Bioteknologi**

No	Parameter	Proses		
		Reduksi Elektrolitik	Hidrogenasi Katalitik	Bioteknologi
1.	Segi proses <ul style="list-style-type: none"> <li>Bahan baku</li> <li>Konversi reaksi</li> <li>Kualitas Produk</li> </ul>	Glukosa  Rendah  Dibutuhkan waktu yang lama untuk mendapatkan produk  Rendah, sorbitol yang terbentuk kurang bagus,	Glukosa  Tinggi  Waktu yang diperlukan untuk membentuk produk cepat.  Tinggi, Sorbitol yang dihasilkan lebih bagus	Glukosa dan Fruktosa  Tinggi  Diperlukan waktu yang lama untuk proses fermentasi.  Rendah, sorbitol yang dihasilkan hasil dari reaksi samping <i>Z.mobilis</i>
2.	Segi Ekonomi	Harga Electroda mahal	Gas hidrogen dan katalis mudah dijumpai	Pemisahan menggunakan membrane yang harganya mahal



Dengan mempertimbangkan konversi yang didapat serta kecepatan pembentukan produk maka dipilih jenis proses hidrogenasi katalitik. Selain itu dari segi ekonomi proses hidrogenasi katalitik hanya membutuhkan bahan baku gas hidrogen serta katalis raney nickel yang mudah didapat serta harganya lebih murah jika dibandingkan dengan proses lainya. Selain itu kualitas produk yang dihasilkan lebih bagus jika dibanding proses lainya. Sehingga dari segi ekonomi juga menguntungkan.

#### **1.4.2 Kegunaan Sorbitol**

Produksi sorbitol di seluruh dunia sebesar 900.000 ton/tahun dan akan meningkat dari tahun ke tahun. Sorbitol di produksi dalam bentuk padat dan cairan memiliki rasa manis yang banyak digunakan dalam industri makanan yang baik untuk penderita diabetes, industri kosmetik dan industri farmasi. Sorbitol berfungsi sebagai *stabilizer* kelembaban dan pelembut, sebagai pengganti gula dan sebagainya (Ullman, 2003). Secara lebih rinci penggunaan sorbitol pada berbagai industri sebagai berikut :

- Industri makanan

Penggunaan sorbitol dalam industri makanan memiliki banyak keuntungan, sorbitol di pilih sebagai alternative pengganti glukosa bagi penderita diabetes, sorbitol cair dan sorbitol sirup berfungsi sebagai pelembut dan stabilisator kelembaban. Konsentrasi bubuk sorbitol yang digunakan dalam industri makanan sekitar 10-100% tergantung pada makanan yang di produksi.

- Kosmetik

Sorbitol banyak digunakan dalam industri kosmetik seperti krim, salep, emulsi, lotion, gel dan terutama pada pasta gigi. Dalam pasta gigi sorbitol dipergunakan sebagai penyegar dan pencuci mulut yang dapat mencegah kerusakan gigi dan terbentuknya karies gigi. Untuk kosmetik kulir sorbitol dapat memperlicin kulit dan pelembap kulit agar mengurangi penguapan air.

- Farmasi

Mirip dengan penggunaannya dalam industri kosmetik, sorbitol juga dapat digunakan dalam industri farmasi. Sorbitol bubuk telah digunakan sebagai bahan



pengisi tablet, Sebagai *plasticizer* dalam kapsul gelatin. Sorbitol dapat digunakan sebagai pelapis dalam tablet yang akan mengikat agen padat dan membentuk struktur halus tanpa granulasi. Sorbitol juga banyak digunakan sebagai campuran untuk *antibiotic*, tablet vitamin, atau butiran *antacid*.

- Medis

Dalam pengobatan yang bebas *pyrogen*, digunakan larutan 10-20% sorbitol dengan atau tanpa asam amino, sebagai larutan infus untuk nutrisi terutama sekali bagi pasien penderita diabetes, mempercepat *diuresis* di *osmoterapi*, merangsang pengendalian dalam kantong empedu dan penyakit hati, dan dapat berfungsi sebagai obat cuci perut.

- Teknis

Dalam aplikasi teknis sirup sorbitol banyak digunakan sebagai pelembab, *stabilizer*, pelembut, membantu mencegah timbulnya efek *antitastis* pada tekstil, pembentuk emulsi/suspensi, dalam perekat agar tetap *fleksibel*, dalam *finishing* tekstile, kulit, dan bulu sorbitol digunakan sebaagai agen pendingin dan juga menstabilkan kelembaban pada busa *poliuretan*. Sekitar 25% produksi sorbitol diseluruh dunia digunakan dalam sintesis asam askorbat (Ullman, 2003).

### 1.4.3 Sifat Fisis dan Sifat kimia bahan baku dan produk

#### A. Glukosa

##### a. Sifat Fisis

- Rumus molekul :  $C_6H_{12}O_6$
- Berat molekul : 180,158 g/mol
- Densitas (25°C, 1 atm) : 1,5440 g/cm<sup>3</sup>
- Titik lebur : 419,15 K
- *Index bias* (25°C) : 1,6170

(Carl I.Yaws, 1999 )

##### b. Sifat kimia

- Glukosa merupakan gula pereduksi yaitu bereaksi dengan agen pengoksidasi yaitu  $Cu(OH)_2$ . Tembaga hidroksida mengoksidasi gula pereduksi lebih cepat jika tembaga di simpan dalam larutan dengan pembentukan garam *complex*



dengan tartrat ion (larutan *Fehling*) atau ion *Sitrat* (larutan *Benedict*) untuk membentuk tembaga oksida merah. Larutan benedict lebih stabil dan tidak terpengaruh *uric acid*.

- Glukosa dapat difermentasi dengan cepat oleh ragi dan organisme lain. Tingkat fermentasi dari glukosa dan sirup (Ullman, 2003)

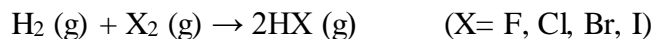
## B. Hidrogen

### a. Sifat fisika

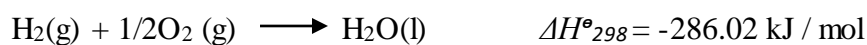
- Rumus molekul :  $H_2$
  - Struktur kimia : H-H
  - Bentuk : Gas
  - Berat molekul : 2,0159 g/mol
  - Kenampakan : tidak berwarna, tidak berbau, tidak pada *temperature* ruangan
  - *Densitas* (gas) : 0,08987 g/L (0°C 1 atm)
  - Titik didih : - 423 F (-253°C)
  - Titik lebur : - 434 F (-259°C)
  - Kelarutan dalam air : 1,82% pada 20°C
  - Viskositas : 0.008957 cP pada suhu 26,8°C
- (PT samator, 2006)

### b. Sifat Kimia

- Reaksi dengan halogen: Halogen ( $X_2$ ) bereaksi dengan hidrogen  $H_2$ , untuk menghasilkan hidrogen halida, HX.



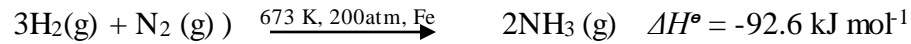
- Reaksi dengan oksigen: Hidrogen bereaksi dengan oksigen membentuk air ( $H_2O$ ) reaksi terjadi pada kondisi eksotermis tinggi





Diatas 550°C reaksi menimbulkan *Flame Propagation*, ledakan atau *detonasi* (*reaksi oxyhydrogen*).

- Reaksi dengan nitrogen: reaksi antara hidrogen dengan nitrogen akan membentuk ammonia



- Reaksi dengan Logam

Dapat bereaksi dengan banyak logam membentuk *hydrides*. Tergantung pada sifat dari ikatan hidrogen, *hydrides* di klasifikasikan menjadi 3 bagian utama: Garam, kovalen dan logam (Ullman, 2003).

### C. Sorbitol

#### a. Sifat fisis

- Rumus molekul :  $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_6$
- Berat molekul : 182,170 gram/mol
- Titik Beku : 364,65 K
- Titik didih : 508,70 K
- *Index* bias (25°C) : 1,3330
- Panas pembakaran (Kristal) : 3,971 cal/g
- Panas pelarutan (25°C) : 26,5 cal/g
- Titik lebur : (90,4-91,8)°C (*Metastable form*)  
: (96,7-97,7)°C (*Stable form*)
- Viskositas (70 % solution, 25°C) : 112 cps
- Kelarutan dalam air (25°C) (Kristal) : 235 g/100 gH<sub>2</sub>O  
(Carl L Yaws, 1999)

#### b. Sifat kimia

- Larutan sorbitol dalam air yang tersedia secara komersial akan cenderung mengkristal ketika didinginkan hingga < 10°C.



- Sorbitol larut dalam asam asetat, methanol, dan ethanol. Sorbitol tidak larut pada sebagian besar pelarut organik.
- Sebagai gula alkohol, sorbitol tidak mengalami reaksi *Maillard* dengan asam amino atau protein pada suhu tinggi.
- Sorbitol tidak dapat difermentasi oleh ragi
- Mengoksidasi *Acetobacter xylinum* dengan enzimatis sorbitol akan menghasilkan I-Sorbosa (perantara dalam sintesis asam askorbat).
- Proses dehidrasi sorbitol (asam pada kondisi tinggi), maka sorbitol akan kehilangan satu molekul air dan membentuk 1,4-sorbitan(85%) atau 3,6-sorbitan (15%)
- Pada pemanasan dengan sulfat pekat atau asam klorida, molekul kedua air dihilangkan akan membentuk 1,4 : 4,6-*dianhydrosorbitol=isosorbide*.

#### 1.4.4 Tinjauan Proses secara umum

Proses Hidrogenasi katalitis mengacu pada proses penambahan hidrogen dengan bantuan katalis, jika pembelahan komponen terjadi secara molekuler reaksi ini dinamakan hidrogenolisis. Reaksi hidrogenasi ini biasanya digunakan untuk menghasilkan bahan kimia setengah jadi maupun bahan jadi didalam industri kimia. Selain itu, reaksi hidrogenasi sering digunakan dalam berbagai proses pemurnian. Hidrogenasi merupakan reaksi eksotermik dan kesetimbangan reaksi akan bergeser pada produk hidrogenasi jika suhu operasi diturunkan, reaksi hidrogenasi digambarkan seperti dibawah ini :







Dengan naiknya *temperature*, keseimbangan reaksi akan bergeser ke arah kiri atau mengalami dehidrogenasi. pada industri kimia dengan proses hidrogenasi, kenaikan suhu dikontrol secara ketat akibat adanya kenaikan *temperature* dari proses secara eksotermis. Biasanya kenaikan suhu pada suatu reaksi akan menguntungkan dari laju reaksinya namun sangat merugikan dari segi *selektivitas* reaksi serta memperpendek umur katalis yang digunakan. Reaksi hidrogenasi dipengaruhi berbagai faktor yakni katalis, pelarut, kemurnian substrat dan kondisi operasi.

Reaksi hidrogenasi dapat dilakukan dalam dua fase yakni gas dan juga cair. Dalam sistem fase cair *transport* hidrogen ke permukaan katalis dapat membatasi laju reaksi hidrogenasi. Untuk beraksi dengan *substrat* gas hidrogen harus berubah dari fase gas kemudian ke fase cair dan selanjutnya terabsorpsi kedalam katalis melewati pori-pori katalis. katalis untuk reaksi hidrogenasi terdiri dari dua jenis, yakni heterogen dan homogen. Katalis Heterogen berbentuk padatan yang membentuk fase yang berbeda dari *substratnya* yaitu gas atau cair. katalis Homogen larut dalam media cair, membentuk hanya satu fase, katalis terkenal ini Jenis adalah katalis Wilkinson. Katalis Heterogen dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu yang dapat digunakan dalam reaktor *fixed bed*, di mana katalis stasioner dan reaktan melewati katalis tersebut, dan yang digunakan dalam *fluidized-bed* atau dalam proses secara *slurry*. Katalis memiliki ukuran partikel relatif besar yakni berkisar antar 0,79-6,35 mm, dalam berbagai bentuk. Dalam reaktor *fluidized-bed* katalis berbentuk serbuk halus yang bisa dicampur dalam fase cairan atau gas. Banyak logam dan oksida logam yang dapat digunakan sebagai katalis dalam reaksi hidrogenasi, tapi perbedaan ditandai namun logam logam yang umum digunakan sebagai katalis dalam reaksi ini *Nickel*, tembaga, kobalt, kromium, *zinc*, besi, dan kelompok *platinum*. Kombinasi dari logam logam tersebut kadang-kadang digunakan untuk memberikan tambahan aktivitas, selektivitas, stabilitas, atau umur dari katalis sendiri (Ullman, 2003).